

## Mecánica Estadística, Segundo Semestre 2016

Profesor : **Gonzalo Gutiérrez**, [www.gnm.cl/gonzalo](http://www.gnm.cl/gonzalo)  
: [gonzalo@fisica.ciencias.uchile.cl](mailto:gonzalo@fisica.ciencias.uchile.cl), Of. 202, 2do. piso, Fono: 2978 7283.  
Ayudante : Matías Sepúlveda  
Página web del curso: <http://www.u-cursos.cl>

### 1.- Generalidades

Este es un primer curso de Mecánica Estadística (curso final para licenciatura, inicial para postgrado) en el cual se estudiarán sus fundamentos así como su formulación clásica y cuántica, con ejemplos que ilustrarán sus aplicaciones en diferentes áreas de la física. El tratamiento hará énfasis en el contenido físico de los temas, aunque no por ello dejará de ser riguroso desde punto de vista matemático. El orden y tratamiento de los temas estará basado en el libro [1] de la bibliografía. Parte integrante y esencial del curso es la resolución de problemas y ejercicios por parte del estudiante, para lo cual se entregarán guías en forma regular, además de los problemas disponibles que aparecen en los libros citados en la bibliografía. La evaluación consistirá en pruebas, controles, tareas y un trabajo de seminario final.

El curso consta de dos clases y una ayudantía a la semana, distribuidas en

- 2 bloques de clases teóricas: Mie. 10:15-11:45, Sala 1; Vie. 10:15-11:45 hrs, Sala 1.

- Ayudantía: por fijar

- Pruebas y sesiones extras: Martes 14:30.

Habrán periódicamente tareas (3-5 problemas) y guías de ejercicios.

#### Requisitos

Para Licenciatura, debe tener cursado Termodinámica (FC 420) y Mecánica Cuántica I (FC 730).

Para doctorado es un curso inicial (sin requisitos).

### 2.- Programa

Se indica el número tentativo de clases. Temas con asterisco serán vistos si el tiempo lo permite.

#### 1. Termodinámica (2)

- Definiciones, leyes y postulados
- Condiciones de equilibrio
- Estructura formal y algunos ejemplos
- Procesos reversibles y teorema del trabajo máximo
- Potenciales termodinámicos o energías libres.

#### 2. Probabilidades (4)

- Definiciones; variables aleatorias;
- Reglas para el razonamiento consistente, Teorema de Bayes y marginalización
- Distribuciones de probabilidad. Ejemplos: normal, binomial, Poisson, ley de potencias

- Suma de variables aleatorias y el teorema del límite central
- Ley de los grandes números
- Información, entropía y estimación

### 3. Teoría cinética (4)

- Fundamentos: espacio de fases, teorema de Liouville, hipótesis ergódica
- Jerarquía de Bogoliubov–Born–Green–Kirkwood–Yvon
- Ecuación Boltzmann
- Teorema H y la irreversibilidad
- Propiedades de equilibrio y leyes de conservación
- Hidrodinámica de orden cero y orden uno (\*)

### 4. Mecánica estadística clásica (8)

- Definiciones generales
- Ensemble microcanónico; gas ideal, entropía de mezcla y Paradoja de Gibbs
- Ensemble canónico; ejemplos; ensemble de Gibbs (isotérmico-isobárico)
- Ensemble gran canónico
- Ejemplos y otros ensembles.
- Principio de máxima entropía, MaxEnt (\*)

### 5. Mecánica estadística cuántica (4)

- Límites de la ME Clásica y necesidad de reformulación basada en mecánica cuántica
- Ejemplos: gases poliatómicos, vibraciones en sólidos, radiación de cuerpo negro
- Microestados cuánticos, macroestados cuánticos y matriz densidad.

### 6. Gases ideales cuánticos (4)

- Espacio de Hilbert de partículas idénticas
- Formulación canónica; formulación gran canónica
- Gases no-relativistas, tratamiento general
- Gas de Fermi: electrones en sólidos. Otros ejemplos (\*)
- Gas de Bose: condensación de Bose-Einstein. Otros ejemplos (\*)
- Superfluidez del  $^4\text{He}$  (\*)

### 7. Sistemas interactuantes clásicos y transiciones de fase (6)

- Desarrollo en cumulantes; desarrollo en cluster.
- Coeficientes viriales y ecuación de van der Waals
- Transiciones de fase de primer orden
- Ecuación de estados correspondientes
- Transiciones de segundo orden y exponentes críticos.
- Teoría de Ginzburg-Landau (\*)

## Referencias

### [A] Requerido

- [1] Mehran Kardar, *Statistical Physics of Particles*, Cambridge University Press, 2007.  
Este será el libro guía en el cual se basará el curso.

### [B] Complementarios

Hay una gran cantidad de buenos libros complementarios a este nivel, entre ellos:

- [2] *Statistical Physics*, apuntes de Manfred Sigrist, ETH <http://www.itp.phys.ethz.ch/education/hs12/StatPhys>  
<http://www.itp.phys.ethz.ch/education/hs12/StatPhys/Notes-SP-HS12-complete.pdf>
- [3] K. Huang, *Introduction to Statistical Mechanics*; y *Statistical Mechanics*
- [4] W. Greiner, L. Neise, H. Stoker, *Thermodynamics and Statistical Mechanics*.
- [5] R. K. Pathria, P. D. Beale, *Statistical Mechanics*
- [6] H. Callen, *Thermodynamics and an introduction to thermostatistics*
- [7] D. McQuarrie, *Statistical Mechanics*
- [8] M. Plischke, B. Bergersen, *Equilibrium Statistical Physics*
- [9] W. Pauli, *Statistical Mechanics*
- [10] R. P. Feynman, R. Leighton y M. L. Sands, *The Feynman Lectures in Physics*, Volumen I,  
También existen varios libros con problemas resueltos, entre ellos
- [11] R. Kubo, *Statistical mechanics*
- [12] D. Dalvit, J. Frastai, I. Lawrie, *Problems on Statistical mechanics*

## 4.- Evaluación

La evaluación del curso consistirá en

- 4 pruebas de cátedra, en las fechas tentativas siguientes:
  - Ma. 20 de agosto: Temas 1, 2 y 3.
  - Ma. 4 de octubre: Tema 4
  - Ma. 1 nov.: Tema 5 y 6
  - Ma 22 nov.: Tema 6
  - Lu 28 nov.: Presentación seminarios.
- aproximadamente 8-10 tareas, correspondiente a los respectivos temas de los capítulos.
- Tema de seminario: trabajo escrito y exposición oral, cuya modalidad se dará a conocer oportunamente durante el semestre.

- Evaluación:

Las tareas y controles darán origen a una nota  $N_{TC}$  y el promedio de las cuatro pruebas más el tema de seminario dará origen a una nota de pruebas  $N_P$ . La nota final  $N_F$  se calculará como el promedio de las  $N_P \times 0,7 + N_T \times 0,3$ .

Para aprobar se deberá tener la nota de tareas  $N_{TC}$  mayor o igual a 4.0, la nota de pruebas  $N_P$  mayor o igual a 4.0. Para aquellos que no cumplan con estos requisitos y recreen el curso, su nota final corresponderá a aquella más baja entre la nota de pruebas y la nota de tareas-control.